

Consideraciones para la verificación pediátrica de audífonos con SoundRecover (Compresión de Frecuencia No Lineal) mediante las últimas pruebas Audioscan Verifit®

Danielle Glista y Susan Scollie, Centro nacional de audiolgía, Universidad de Western Ontario, Canadá

¿Qué es SoundRecover?

La finalidad de SoundRecover (Compresión de Frecuencia No Lineal) consiste en tomar los sonidos agudos que el niño no es capaz de oír y comprimirlos a una región de sonidos menos agudas donde el niño tenga más percepción auditiva. SoundRecover también pretende aportar mayor audibilidad a los sonidos agudos cotidianos como el canto de los pájaros o los pitidos de advertencia. SoundRecover comprime la señal por encima de una frecuencia de corte especificada. La cantidad de compresión que se aplica a esta banda de agudos está dada por el ratio de compresión. El espectro por debajo de la frecuencia de corte se queda sin comprimir para evitar artefactos vocálicos[1, 2]. Hay que saber que al adaptar SoundRecover en niños con DSL v5, se utiliza un algoritmo de adaptación previo diferente al de los adultos. Esta adaptación pediátrica automática de SoundRecover se basa en los datos recopilados del trabajo de Glista et. al. [1] y está implantada en el software de adaptación de Phonak (iPFG 2.0 y versiones posteriores).

Verificación de audífonos con SoundRecover

Al igual que se realiza en todas las adaptaciones de carácter pediátrico, resulta importante verificar los audífonos con SoundRecover con el fin de comprobar que se cumplen los objetivos de la prescripción y que el niño tiene acceso a las frecuencias del habla importantes. En el caso de SoundRecover, se comprimen los agudos por encima de la frecuencia de corte en un rango de frecuencias menos agudas, por lo que las gráficas de verificación serán diferentes de las tradicionales. En este informe se presta especial atención a la verificación electroacústica de los audífonos con SoundRecover. En concreto, se resalta una nueva opción de verificación implantada en el software Audioscan Verifit® desarrollada para verificar la tecnología de compresión de frecuencias, como es el caso de SoundRecover. Sin embargo, los principios son extrapolables a otros sistemas de verificación. Si desea consultar una guía más general sobre la verificación de audífonos con SoundRecover, la encontrará en la sección "Descargas" en: www.naida.phonak.com

Procedimiento nuevo para verificar dispositivos de compresión frecuencial

Antes, se recomendaba la verificación mediante la producción a viva voz de los sonidos /s/ y /sh/ cuando se realizaba la evaluación de la separación de los sonidos /s/ y /sh/ en los ajustes de SoundRecover [3]. Ahora existe una nueva opción de verificación en Audioscan Verifit® que complementa la opción de viva voz. El nuevo procedimiento utiliza estimulación de pruebas verbales modificadas para ayudar en la verificación y el ajuste de los dispositivos de compresión de frecuencias. En concreto, los nuevos estímulos de prueba constan de bandas de energía de habla de alta frecuencia de determinadas frecuencias centrales: 3.150, 4.000, 5.000 y 6.300 Hz (consulte la ilustración 1 para ver un ejemplo representativo). Las regiones de frecuencia media de los estímulos de habla se han quitado para una mejor representación visual de las bandas de habla. La verificación mediante las señales de prueba modificadas con y sin SoundRecover activado puede ayudar a ilustrar los efectos de SoundRecover. Por ejemplo, cuando SoundRecover está desactivado, se medirán las bandas de habla verbales de agudos y serán visibles en la frecuencia nominal; en cambio, cuando SoundRecover está activado, las bandas aparecerán en una frecuencia inferior (más grave). Se recomienda que los especialistas se familiaricen con las curvas de respuesta en frecuencia de los audífonos que disponen de SoundRecover activado, ya que son diferentes de las tradicionales. Consulte en el Apéndice 1 un extracto de la guía de usuario de Verifit® (versión 3.4).

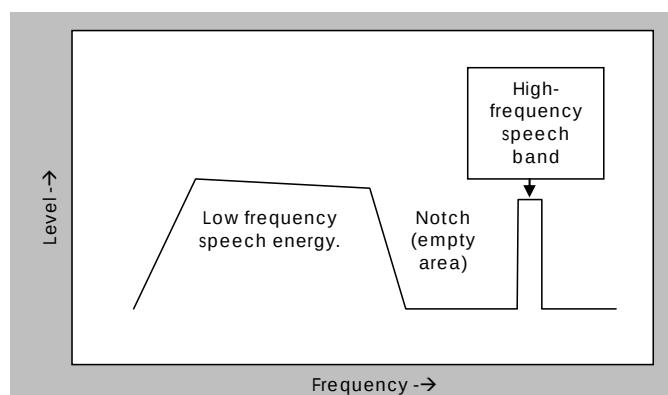
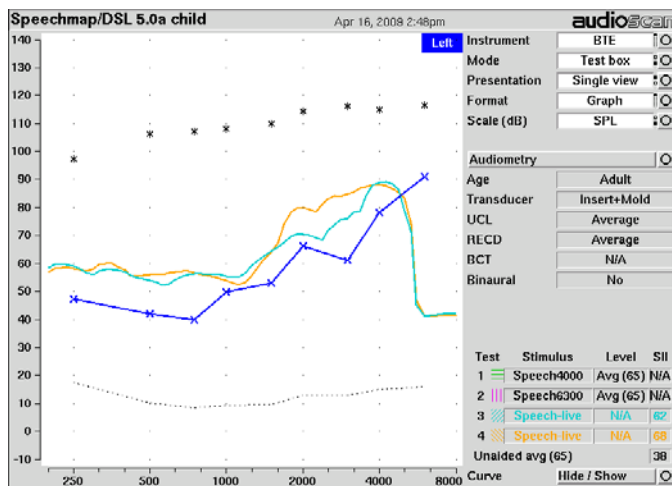


Ilustración 1: Ilustración de la prueba de verificación de compresión de frecuencias de Audioscan Verifit®

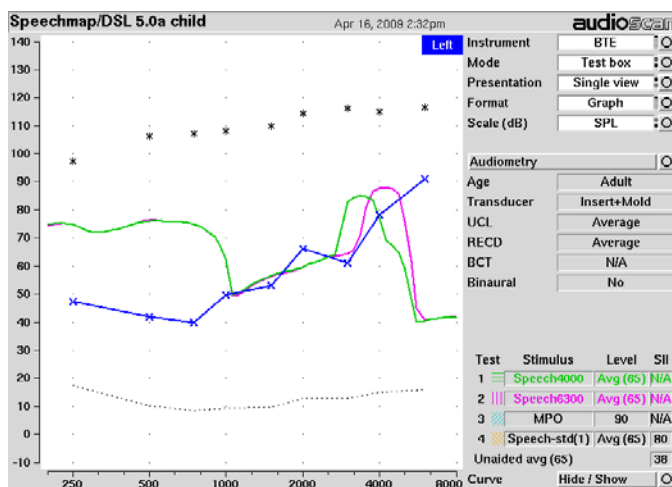
Ejemplos de verificación con SoundRecover

Para realizar las ilustraciones siguientes, se ha introducido una pérdida auditiva en agudos pronunciada en el software Verifit®, así como en el software de adaptación Phonak iPGF. La ganancia de nivel medio verbal y la máxima presión de salida (MPO) se han ajustado para que cumplan aproximadamente los objetivos de DSL v5 [4]. Mediante el Modo Junior de iPGF, se programaron los audífonos retroauriculares (BTE) Naída V SP de Phonak con SoundRecover activado. Nota: Los ajustes predeterminados de SoundRecover incluidos en el software Modo Junior de iPGF se han obtenido a partir de investigaciones previas en tecnología de compresión de frecuencia no lineal [1, 3]. En las siguientes capturas de pantalla (ilustraciones de la 2 a la 5) se refleja la utilidad de las nuevas señales de prueba de Verifit®, en comparación con la opción de producción a viva voz, cuando se verifican audífonos con SoundRecover en diferentes ajustes.

Ilustración 2: Verificación electroacústica del ajuste predeterminado de SoundRecover de 3.200 Hz (frecuencia de corte), 2.4:1 (ratio de compresión)

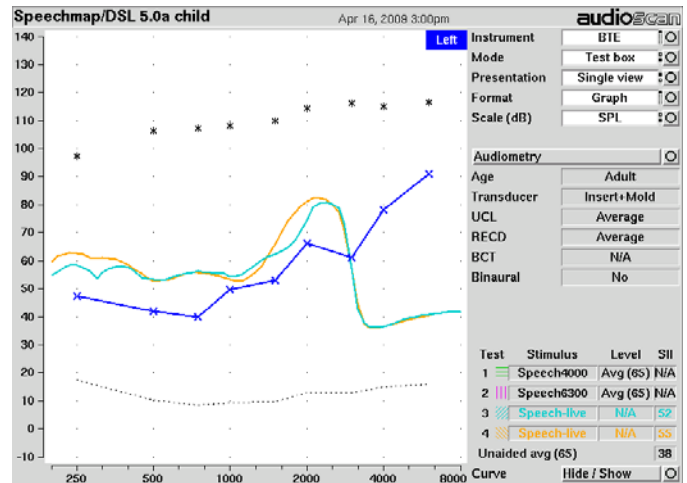


Producción a viva voz de /s/ (azul) y /sh/ (amarillo). Se puede observar un pico bien diferenciado para el sonido /s/ a unos 4.000 Hz. El ancho de banda del sonido /sh/ se distingue del del sonido /s/ (se nota un ancho de banda mayor para /sh/).

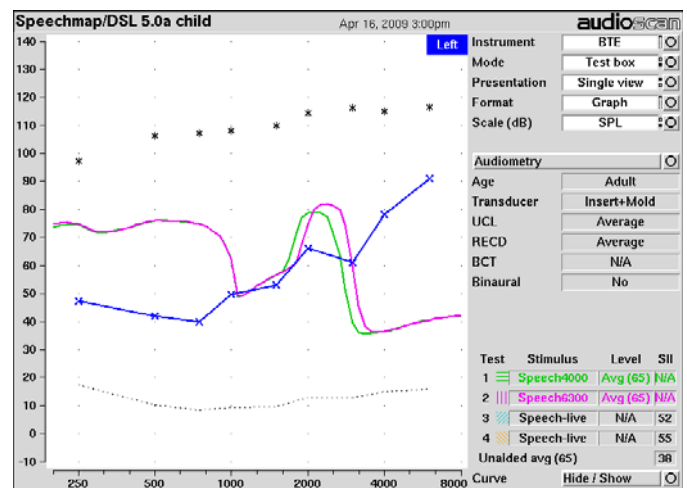


Bandas de habla de frecuencia específica para 4.000 Hz (verde) y 6.300 Hz (rosa). La banda de 6.300 Hz ha bajado a aproximadamente 4.000 Hz; la banda de 4.000 Hz ha bajado a aproximadamente 3.000 Hz. Se siguen distinguiendo las dos bandas entre sí (con un ligero solapamiento).

Ilustración 3: Verificación electroacústica del ajuste más fuerte de SoundRecover de 1.900 Hz (frecuencia de corte), 4:1 (ratio de compresión)



Producción a viva voz de /s/ (azul) y /sh/ (amarillo) con SoundRecover. Se puede observar un pico bien diferenciado para el sonido /s/ a unos 2.000 Hz. El ancho de banda del sonido /sh/ ya no se distingue del del sonido /s/ (el ancho de banda del sonido /sh/ es muy parecido al del sonido /s/ para este ajuste de SoundRecover). Esto indica que el ajuste de SoundRecover puede contribuir a que se produzcan confusiones de los sonidos para esta pérdida auditiva por lo que debe ajustarse con precisión.



Bandas verbales de frecuencia específica para 4.000 Hz (verde) y 6.300 Hz (rosa) con SoundRecover. La banda de 6.300 Hz ha bajado a aproximadamente 2.500 Hz (similar al sonido /s/); la banda de 4.000 Hz ha bajado a aproximadamente 2.000 Hz. En este ajuste de SoundRecover, las dos bandas se solapan casi por completo; esto concuerda con las mediciones verbales de viva voz e indica la necesidad de realizar un ajuste con precisión del ajuste de SoundRecover.

Ilustración 4: Comparación directa de la banda específica de frecuencia de 6.300 Hz (rosa) y una producción a viva voz del sonido /s/ (azul)

En este ejemplo, ambas estimulaciones se han hecho menos agudas a aproximadamente 4.000 Hz para este ajuste de SoundRecover. Estas dos mediciones tienen valores pico similares y parece que tienen un valor parecido en la evaluación de la cantidad de compresión de frecuencia. Esto indica que se puede utilizar la banda específica de frecuencia de 6.300 Hz como sustituta para la producción en vivo del sonido /s/ en la evaluación de los efectos de SoundRecover.

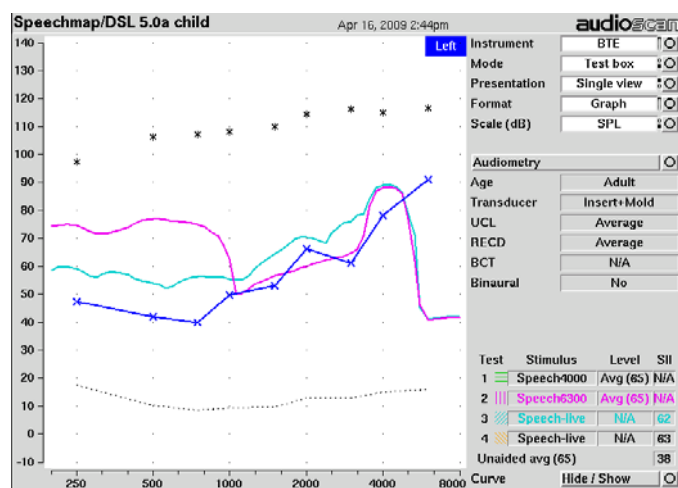
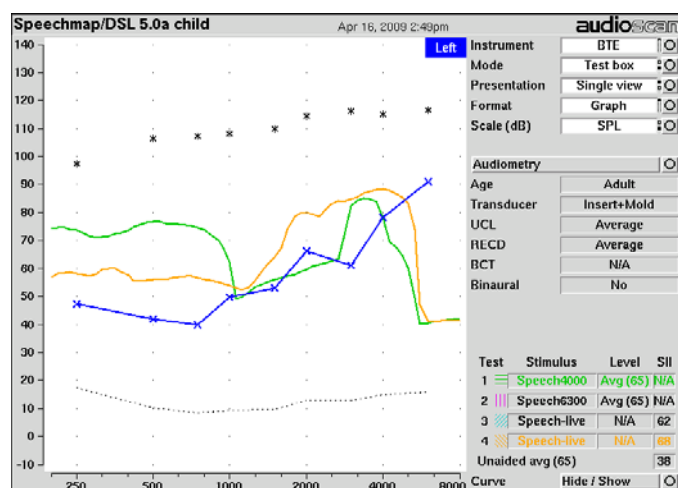


Ilustración 5: Banda específica de frecuencia de 4.000 Hz (verde) comparada con una producción verbal en vivo del sonido /sh/ (amarillo)



En este ejemplo, ambas frecuencias se han hecho menos agudas como consecuencia de SoundRecover; no obstante, los anchos de banda de estas estimulaciones son muy diferentes. Esto indica que la banda específica de frecuencia de 4.000 Hz no puede actuar como un sustituto directo de la producción en vivo del sonido /sh/ en la evaluación de los efectos de SoundRecover, sino que puede servir como una medición calibrada de una banda de energía de agudos parecida a la del sonido /sh/. La prueba está controlada, se puede repetir y se ha realizado en un contexto verbal activo por lo que es un complemento útil a la voz en vivo.

Resumen

Las mediciones presentadas ilustran lo siguiente:

1. La producción a viva voz de los sonidos /s/ y /sh/ se puede utilizar para determinar (a) si los dos sonidos son audibles y (b) el solapamiento creado desde un ajuste de SoundRecover específico. La aplicación de SoundRecover tiende a aumentar la audibilidad del sonido /s/ y a veces también del sonido /sh/. A medida que el ajuste de SoundRecover se hace más fuerte, los sonidos /s/ y /sh/ están sujetos a una mayor cantidad de solapamiento y su aspecto se va pareciendo cada vez más (esto es, el ancho de banda de /sh/ se va haciendo más pequeño cuando se aplica más SoundRecover). Cuando las bandas de /s/ y de /sh/ se solapan, pueden producirse confusiones de sonidos. En este caso, se recomienda ajustar con precisión SoundRecover para que sea más débil, de modo que el niño no confunda estos dos sonidos verbales.
2. Las bandas de habla específicas en frecuencia, disponibles en las nuevas pruebas de Verifit®, se pueden utilizar para evaluar la cantidad de solapamiento de los sonidos verbales /s/ y /sh/ del mismo modo en que se utiliza la viva voz. A medida que el ajuste de SoundRecover va siendo más fuerte, las dos bandas (esto es, 4.000 y 6.300 Hz mostradas en los ejemplos) están sujetas a una mayor cantidad de solapamiento. El solapamiento entre las pruebas de 4.000 y 6.300 Hz (Ilustración 3) muestra que el ajuste de SoundRecover puede ser demasiado fuerte e indica que el niño puede confundir los sonidos /s/ y /sh/. Aunque en los ejemplos anteriores no se han utilizado las bandas 3.150 y 5.000 Hz, éstas también se pueden utilizar para evaluar los efectos de la reducción de frecuencias.
3. Parece que la banda verbal específica de frecuencia de 6.300 Hz es un buen sustituto de una producción a viva voz del sonido /s/, cuando se evalúa si el sonido /s/ es audible (nota: se utilizó una oradora adulta en las mediciones). El pico de ambas estimulaciones (6.300 Hz y sonido /s/) se centra en un valor de frecuencia similar; se reduce con una cantidad similar en los ajustes de SoundRecover para ambas estimulaciones. Para aquellos especialistas que desean tener un sustituto calibrado para el sonido /s/ a viva voz, se les puede recomendar utilizar la prueba de 6.300 Hz.
4. No parece que la banda verbal específica de frecuencia de 4.000 Hz sea un buen sustituto de una producción a viva voz del sonido /sh/ (al menos para este orador) porque el ancho de banda del sonido /sh/ es mucho más ancho que el de la banda de habla de 4.000 Hz. Para aquellos especialistas que desean tener un sustituto calibrado para el sonido /sh/ a viva voz, se les recomienda utilizar la prueba de 3.150 Hz para establecer la audibilidad para la parte inferior del espectro de /sh/ y la prueba de 6.300 Hz para establecer la audibilidad de la parte superior. El uso de la prueba de 4.000 Hz por sí misma puede no ser un buen predictor de la audibilidad del sonido /sh/: el amplio ancho de banda del sonido fricativo /sh/ puede hacer que sea audible para el oyente incluso cuando no lo es la banda de prueba de 4.000 Hz, bien por la integración de la sonoridad en las bandas críticas o bien por un soporte inferior audible de la banda del sonido fricativo /sh/.

5. Sería necesario realizar más investigaciones para poder cuantificar "cuánto" solapamiento es demasiado. Los resultados de las mediciones presentadas arriba deben considerarse siempre en combinación con las comprobaciones de audición de calidad de sonido y los comentarios de los usuarios (cuando estén disponibles). La mayoría de los oyentes de audición normal puede oír con probabilidad los efectos de SoundRecover (esto es, solapamiento de sonidos verbales), en especial para los ajustes más fuertes. Es probable que si dos estimulaciones (separadas previamente) se han hecho indistinguibles en el ancho de banda o el contenido de frecuencia debido a SoundRecover, el oyente no podrá tampoco percibir una diferencia entre las dos estimulaciones.

Implicaciones clínicas

1. La verificación de compresión de frecuencias de Audioscan Verifit® se ha mostrado como una prueba electroacústica válida que puede cuantificar el grado y la naturaleza de la compresión de frecuencia. También se recomienda el uso de la producción a viva voz de los sonidos /s/ y /sh/ como una opción más de verificación [3]. Además, es importante resaltar los siguientes aspectos:
 - a) Se recomienda el uso de la producción a viva voz de los sonidos /s/ y /sh/ por su validez práctica; no obstante, este enfoque no está calibrado y varía de algún modo según el orador.
 - b) La prueba de banda de habla de 6.300 Hz mostrada aquí proporciona una buena aproximación de un sonido /s/ producido con naturalidad por una mujer.
 - c) Ninguna de las bandas de habla específicas en frecuencia proporcionan una buena aproximación del sonido /sh/, porque el ancho de banda es más estrecho que con el sonido /sh/. Sin embargo, las pruebas de 3.150 Hz y 6.300 Hz se pueden utilizar combinadas para establecer la audibilidad del sonido /sh/.
2. Las pruebas de Verifit® indican que con los ajustes predeterminados de Phonak, todas las pruebas de bandas de frecuencias fueron audibles con SoundRecover activado (cuando se comparan con los resultados obtenidos con SoundRecover desactivado).
3. La parte de los graves de las pruebas de bandas de frecuencia indican claramente que los graves no se ven alterados y los sonidos vocálicos tampoco.

Protocolo propuesto para la verificación de audífonos con SoundRecover

1. Compruebe la forma y la ganancia del audífono con mediciones tradicionales de habla activa con compresión de frecuencia en los ajustes predeterminados.
2. Compruebe el resultado máximo con la prueba MPO e ignore los resultados por encima de la frecuencia de corte.
3. Mida la banda de frecuencia de 6.300 Hz para determinar si es audible. En ese caso, el sonido /s/ también debería ser audible.
4. Realice otras pruebas según sea necesario para solucionar problemas:
 - i) Si la frecuencia de 6.300 Hz no es audible, la repetición de las pruebas con un ajuste preciso puede resultar útil para que los especialistas descubran cuál es el ajuste que proporciona una mayor audibilidad.
 - ii) Si en los comentarios subjetivos se indica una cierta confusión entre los sonidos /s/ y /sh/ o una audibilidad excesiva de los sonidos agudos, las pruebas de bandas de frecuencia pueden ayudar a que los especialistas descubran cuál es el ajuste que proporciona menos compresión de frecuencia al tiempo que se mantiene la audibilidad para los sonidos agudos.
 - iii) Queda a discreción del especialista el que la producción a viva voz de los sonidos /s/ y /sh/ pueda tener algún valor cuando es necesario evaluar el nivel específico y la ubicación de frecuencias de estos fonemas.

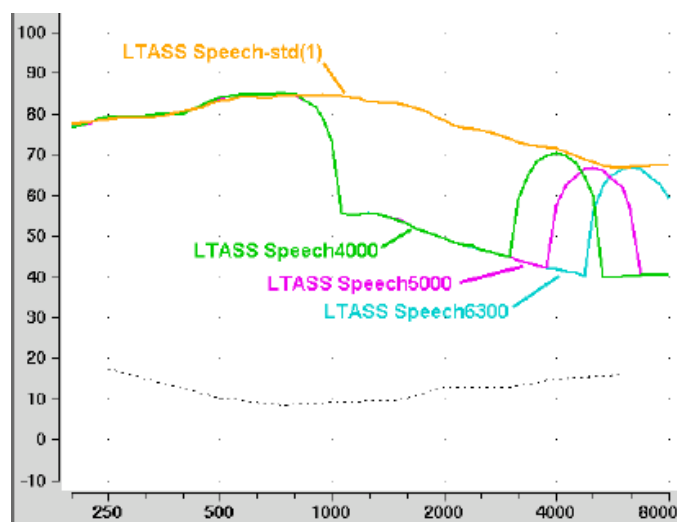
Referencias

1. Glista, D., Scollie, S., Bagatto, M., Seewald, R., Parsa, V., Johnson, A. *Evaluation of nonlinear frequency compression: Clinical outcomes*. International Journal of Audiology, en prensa.
2. Simpson, A., Hersbach, A. A. y McDermott, H. J. *Improvements in speech perception with an experimental nonlinear frequency-compression hearing device*. International Journal of Audiology, 2005. **44**(5): p. 281-292.
3. Scollie, S., Glista, D., Bagatto, M., Seewald, R. *Multichannel nonlinear frequency compression: A new technology for children with hearing loss*. en R. Seewald y J. Bamford (eds.), *A Sound Foundation Through Early Amplification: Proceedings of the fourth international conference 2007*, pp. 151-159 Chicago, Illinois: Phonak AG.
4. Scollie, S., Seewald, R., Cornelisse, L., Moodie, S., Bagatto, M., Laurnagaray, D., Beaulac, S., Pumford, J. *The desired sensation level multistage input/output algorithm*. Trends in Amplification, 2005. **9**(4): p. 159-197.

Verificación de audífonos de compresión de frecuencias/ transformación de frecuencias en Speechmap

La compresión de frecuencias se utiliza cuando no se puede amplificar los componentes verbales de agudos lo suficiente como para elevarlos por encima del umbral. En este caso, los componentes de agudos pueden cambiarse a una frecuencia inferior con un mejor umbral de audición donde la ganancia disponible hará que sean audibles.

En Speechmap, se proporcionan cuatro versiones modificadas de las estimulaciones de prueba Speech-estándar (1) (Speech3150, Speech4000, Speech 5000 y Speech6300) con el fin de ayudar en la verificación y el ajuste de dispositivos de compresión de frecuencias. En cada uno de estas estimulaciones de pruebas modificadas, los niveles de un tercio de octava por encima de los 1.000 Hz se reducen en 30 dB, excepto para una banda de tercio de octava aislada centrada en la frecuencia indicada en el nombre de la estimulación de la prueba seleccionada. Con estos niveles de banda reducidos, el LTASS resultante produce una "cavidad" diferenciada entre 1.000 Hz y la banda de agudos seleccionada, como se puede ver a continuación para la señal de prueba de FM Boom. Para que sea más claro, no se muestra la curva de Speech3150.



Para realizar pruebas en compresión de frecuencias:

1. En la pantalla Speechmap (Mapa verbal), seleccione el modo "On-ear" (En oído) o "Test box" (Cuadro de prueba). (Revisión 17.9: modo en oído o cuadro de prueba.)
2. Programe el audífono para que la función de compresión de frecuencias esté inactiva.
3. Seleccione "Test 1" (Prueba 1) y elija 65 dB en el menú de nivel.
4. Seleccione Speech3150, Speech4000, Speech5000 o Speech6300 en el menú de estimulaciones. Tenga en cuenta que sólo se muestra el LTASS para estas estimulaciones y los objetivos (si están seleccionados) se han eliminado.

5. Pulse "Continue" (Continuar) para realizar la medición y guardar el resultado medio de señal a largo plazo. Si la banda aislada no aparece en la curva Test 1 (Prueba 1), puede indicar que el audífono no tiene ganancia en la frecuencia de banda seleccionada. Esto no significa que el audífono no será capaz de colocar la banda a una frecuencia inferior cuando la compresión de frecuencias está activada.
6. Programe el audífono para activar la función de compresión de frecuencias.
7. Seleccione "Test 2" (Prueba 2) y seleccione la misma estimulación y el mismo nivel de estimulación utilizado en la prueba 1.
8. Pulse "Continue" (Continuar) para realizar la medición y guardar el resultado medio de señal a largo plazo.
9. La banda aislada debería aparecer ahora en una frecuencia inferior y debería alcanzar o incluso superar el umbral en sus nuevas ubicaciones, tal y como se muestra a continuación. Tenga en cuenta que la "cavidad" entre 1 kHz y la banda aislada puede rellenarse parcialmente o por completo con ruido dentro del audífono que hará que la banda aislada parezca menos diferenciada en las curvas de prueba.
10. Una vez que se han verificado las propiedades de la compresión de frecuencias del audífono, utilice una de las estimulaciones Speech-estándar para verificar la audibilidad verbal con audífonos o para ver si se cumplen los objetivos (como ya se ha descrito en esta misma sección) para frecuencias por debajo de la banda aislada.

